

## 第十章使用说明

### 10.0 功能号

- 1: 有理一次贝齐尔曲线;
- 2: 有理二次贝齐尔曲线;
- 3: 有理三次贝齐尔曲线;
- 4: 有理二、三次贝齐尔曲线表示圆弧;
- 8: 有理  $n$  次贝齐尔曲线;
- 10: 贝齐尔曲面。

### 10.1 曲线类型选择

#### 10.1.1 有理一次贝齐尔曲线

点击菜单“曲线类型选择→有理一次贝齐尔曲线”，弹出“鼠标输入控制顶点”或“键盘输入控制顶点”次级菜单，选择其一，譬如选择“鼠标输入控制顶点”后，即可用鼠标输入控制顶点。输入两个点后，会弹出一个消息框“控制顶点输入完毕,请输入首末权因子  $W_0$  与  $W_1$ 。”按提示操作即可。在弹出的“输入首末权因子”对话框中输入后，按“确定”按钮退出，只要输入的首末权因子  $W_0$  与  $W_1$  非零，总是生成并显示由首末顶点相连的直线，此即有理一次贝齐尔曲线。

#### 10.1.2 有理二次贝齐尔曲线

点击菜单“曲线类型选择→有理二次贝齐尔曲线”，弹出“鼠标输入控制顶点”或“键盘输入控制顶点”次级菜单，选择其一，譬如选择“鼠标输入控制顶点”后，即可用鼠标输入控制顶点。输入三个点后，会弹出一个消息框“控制顶点输入完毕,请单击菜单：曲线属性操作→仅输入权因子  $W_1$  或曲线属性操作→输入三权因子  $W_0W_1W_2$ 。”按提示操作即可。若选择“键盘输入控制顶点”，会弹出“输入点坐标”对话框，每输入一对  $(x,y)$ ,按一次“添加”按钮，输入三个点后，按“结束”按钮退出，会弹出一个消息框“请输入权因子  $W_1$  或  $W_0, W_1, W_2$ ”，按提示操作即可。即生成并显示一有理二次贝齐尔曲线。

#### 10.1.3 有理三次贝齐尔曲线

点击菜单“曲线类型选择→有理三次贝齐尔曲线”，弹出“鼠标输入控制顶点”或“键盘输入控制顶点”次级菜单，选择其一，譬如选择“鼠标输入控制顶点”后，即可用鼠标输入控制顶点。输入四个点后，会弹出一个“输入四权因子  $W_0W_1W_2W_3$ ”对话框，输入后，按“结束”按钮退出，即生成并显示一有理三次贝齐尔曲线。

#### 10.1.4 有理二、三次贝齐尔曲线表示圆弧

点击菜单“曲线类型选择→有理二、三次贝齐尔曲线表示圆弧”，弹出“鼠标输入三点”或“键盘输入三点”次级菜单，选择其一。这顺序三点，就定义了从首点到末点的一段圆弧，这圆弧中心角应小于  $180^\circ$ 。譬如选择“鼠标输入三点”，输入结束，即生成并显示用标准型有理二次贝齐尔曲线表示的圆弧，屏幕中下位置并显示内权因子值。

#### 10.1.4 有理 $n$ 次贝齐尔曲线

点击菜单“曲线类型选择→有理  $n$  次贝齐尔曲线”，弹出“鼠标输入控制顶点”或“键盘输入控制顶点”次级菜单，选择其一，譬如选择“鼠标输入控制顶点”后，即可用鼠标输

入控制顶点。输入顶点数不受限制，输入结束，右击退出，弹出一消息框，提示“请依次输入每个控制顶点的权因子。”按“确定”按钮退出后，会弹出“输入权因子”对话框，逐个输入权因子，完毕后，即生成并显示一条次数等于控制顶点数减 1 的有理贝齐尔曲线。屏幕中下方并给出了各顶点的权因子值。曲线两 endpoint 之一画有红色小箭头的为曲线始点即第一个输入点。箭头方向表示曲线在该端点的切线方向。

## 10.2 曲线属性操作

可能因为拖动顶点对曲线进行形状修改，导致点击曲线属性操作不可操作，即不弹出次级菜单时，可右击任意处，即恢复可操作性。

### 10.2.1 显示/隐藏定义域与曲线点的映射关系

在屏幕显示有理一次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，即显示定义域与曲线点的映射关系，可以见到，定义域内分布均匀的点，映射到有理一次贝齐尔曲线上通常分布是不均匀的，受首末端权因子中较大者吸引，越靠近权因子较大一端，点分布越密，越靠另一端则越变稀。输入首末端权因子不同，分布也不同。特殊地，若首末权因子等于 1 或相同，便是非有理一次贝齐尔曲线，这时直线上点呈均匀分布。

在屏幕显示由形状不变的权因子输入菜单项生成有理二次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，将显示定义域与曲线点的映射关系。再次单击，显示消失。单击“形状不变的权因子输入”菜单项，输入另一组权因子，生成有理二次贝齐尔曲线的形状不变。单击菜单项，显示定义域与曲线上点的映射关系已经发生了改变。

在屏幕显示用有理三次贝齐尔曲线表示圆弧的情况下，单击菜单项，即显示定义域与圆弧曲线上点的映射关系。可以见到，如果是从升阶得到的有理三次贝齐尔曲线，曲线上点的分布呈首末对称，曲线上参数为  $1/2$  的点即圆弧中点；如果是从作图法得到的有理三次贝齐尔曲线，曲线上点的分布不具有对称性，曲线上参数为  $1/2$  的点不是圆弧中点，而向输入给出那点偏移，在那半圆弧上点的分布较密，在另半圆弧上点的分布较稀，从那半圆弧端点到另半圆弧端点由密逐渐到稀变化。

### 10.2.2 输入标准型的内权因子 $W_1$

单击菜单项，即弹出“输入  $W_1$ ”对话框，首次输入时编辑框中显示的是缺省值，再次输入时，显示的是当前值。输入  $W_1$  后，按“确定”按钮退出，即生成并显示控制顶点与所输  $W_1$  定义的标准型有理二次贝齐尔曲线。可再次单击该菜单项，输入新的内权因子  $W_1$ ，生成并显示形状发生改变的标准型有理二次贝齐尔曲线。

### 10.2.3 输入非标准型的三权因子 $W_0$ 、 $W_1$ 、 $W_2$

单击菜单项，即弹出“输入三权因子”对话框，同样地，首次输入时编辑框中显示的是缺省值，再次输入时，显示的是当前值。输入三权因子  $W_0$ ， $W_1$ ， $W_2$  后，按“确定”按钮退出，即生成并显示控制顶点与所输  $W_0$ ， $W_1$ ， $W_2$  定义的非标准型有理二次贝齐尔曲线。可再次单击该菜单项，输入新的三权因子  $W_0$ ， $W_1$ ， $W_2$ ，生成并显示形状发生改变的非标准型有理二次贝齐尔曲线。

### 10.2.4 形状不变的权因子输入

在生成并显示有理二次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，弹出“选择两个权因子”的对话框，有三个单选钮，可三者中任选其一，按“确定”按钮退出，即弹出相应的对话框，

要求输入两个权因子，内部程序由形状不变因子  $k$  自动计算出另一个权因子，按“确定”按钮退出后，生成的曲线形状保持不变，仅改变线色。可再次单击该菜单项，输入任意的两个新权因子，同样地，曲线形状保持不变，仅改变线色。

用户欲知道内部程序由形状不变因子  $k$  自动计算出另一个权因子的值，可单击菜单：曲线属性操作→输入三因子  $W_0$ 、 $W_1$ 、 $W_3$ 。弹出的对话框中三个编辑框显示的即是当前三权因子值，包括内部程序由形状不变因子  $k$  自动计算出那个权因子在内。

### 10.2.5 按标准型内权因子 $W_1$ 的形状分类

在生成并显示有理二次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，弹出  $W_1$  滑块控件对话框，滑块所指刻度与右边编辑框中显示的值都是当前标准型内权因子  $W_1$  的值，用户可用三种方法移动滑块：①移动鼠标使鼠标符号箭头指到滑块上，按住鼠标左键，左或右拖动鼠标，在这同时，右边编辑框中的值不断变化，直至鼠标停止移动并松开鼠标左键；②按键盘左或右箭头键，使滑块左右缓慢移动；③按键盘翻页键即 **PageUp** 和 **PageDown** 键，使滑块左右快速移动。移动滑块后按“确定”按钮退出，即生成并显示所取标准型内权因子  $W_1$  值下的有理二次贝齐尔曲线。有可能弹出的  $W_1$  滑块控件对话框遮住图形部分，可在移动滑块前，先将对话框移动避免遮住图形部分。当移动滑块使内权因子在  $[-5, 5]$  内取值变化，即可得到几乎所有形状类型的有理二次贝齐尔曲线。内权因子在  $[-5, 5]$  外因滑块刻度所限不能取值，其形状类型仅限于凸包三角形内 ( $W_1 > 0$ ) 外 ( $W_1 < 0$ ) 的部分双曲线类型及极限情况 ( $W_1 \rightarrow \infty$ ) 曲线变成控制二边形两条边。用户欲知内权因子在  $[-5, 5]$  外的曲线形状，可点击菜单“曲线属性操作→输入标准型的内权因子  $W_1$ ”。

### 10.2.6 计算显示曲线上点与导矢

仅限于有理二次贝齐尔曲线。单击菜单项，弹出“参数与导矢阶数”对话框，输入参数值与导矢阶数后，按“确定”按钮退出，即在曲线上显示该点及其两坐标值，并显示始点位于曲线上该点的输入阶数的曲线导矢及其两坐标分量。

### 10.2.7 修改形状因子

在生成并显示标准型有理三次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，弹出“修改形状因子”对话框。其中下面的两个编辑框中显示当前两内权因子值，上面两编辑框显示相应的两形状因子值，因两形状因子所取有限数字的限制，所显示的权因子值相对于输入值存在些许误差。用户移动两形状因子滑块，在右边的编辑框中即显示改变了的形状因子值，取定两形状因子后，按“确定”按钮退出，即生成并显示两形状因子改变后的有理三次贝齐尔曲线。再次单击菜单项，即可见到改变了的两权因子值。

通过移动滑块，得到各种形状因子的取值，包括各种特殊形式的有理三次贝齐尔曲线： $F$  曲线、 $T$  曲线、线性参数段与广义二次曲线段。内部程序设定，两形状因子必须大于等于 0 和小于 1，以使有理三次贝齐尔曲线不出现渐近方向。

### 10.2.8 升阶到有理三次贝齐尔表示

在屏幕显示标准型有理二次贝齐尔曲线表示圆弧的情况下，单击菜单项，立即得到升阶到标准型有理三次贝齐尔曲线表示该圆弧。用户注意到，这时虽也给出凸包四边形内的两相交的对角线，其交点是圆弧的中点，但那不是第二个输入点。屏幕中下方并给出了各项点的权因子值。圆弧两端点之一画有红色小箭头的为圆弧始点即第一个输入点。箭头方向表示圆弧在该端点的切线方向。

### 10.2.9 作图法给出有理三次贝齐尔表示

在屏幕显示标准型有理二次贝齐尔曲线表示圆弧的情况下，单击菜单项，立即得到用作图法给出的标准型有理三次贝齐尔曲线表示该圆弧。即分别从末首两点作直线过第二输入点，分别交首端切线与末端切线于两点，即两内顶点。两权因子按教材上给出的公式(10.35)计算。屏幕中下方并给出了各顶点的权因子值。圆弧两端点之一画有红色小箭头的为圆弧始点即第一个输入点。箭头方向表示圆弧在该端点的切线方向。

#### 10.2.10 修改控制顶点与权因子

在屏幕显示有理  $n$  次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，弹出“待修改顶点序号”对话框，输入序号按“确定”按钮后，弹出“修改控制顶点与权因子”对话框，左边序号编辑框不予改变，可以修改指定序号那个顶点的两个坐标或权因子，或同时修改两者，按“确定”按钮退出后，即显示修改以后形状发生了改变的有理  $n$  次贝齐尔曲线。

#### 10.2.11 有理贝齐尔曲线的分割

在屏幕显示有理  $n$  次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，弹出“输入两个参数值”对话框，输入限定参数区间两参数按“确定”按钮退出后，即用不同线色显示分割曲线段及其控制多边形。

#### 10.2.12 有理贝齐尔曲线的升阶

在屏幕显示有理  $n$  次贝齐尔曲线的情况下，单击菜单项，即用不同线色显示升阶一次的曲线及其控制多边形。

#### 10.2.13 沿固定方向的定量形状修改

在屏幕显示有理  $n$  次贝齐尔曲线（兰色）的情况下，单击菜单项，弹出“沿固定方向定量修改”对话框，输入参数值、顶点序号与移动距离后，按“确定”按钮退出，即在兰色的原曲线上显示由输入参数值决定的初始点，并沿该点到输入顶点序号所指定的那个控制顶点的方向显示一红色目标点，内部程序计算生成并显示一条红色的曲线通过该目标点。

#### 10.2.14 沿任意方向的定量形状修改

在屏幕显示有理  $n$  次贝齐尔曲线（兰色）的情况下，单击菜单项，弹出“输入参数”对话框，输入参数值后，按“确定”按钮退出，即在曲线上显示由输入参数值决定的初始点，同时弹出一消息框，提示“用鼠标在给出的初始点与最邻近两顶点间输入一目标点。”，按提示操作，输入一目标点后，即生成并显示一红色曲线通过目标点。

#### 10.2.15 显示曲率

单击菜单项，生成并显示当前曲线的相对曲率图。有理三次与  $n$  次贝齐尔曲线暂不能显示。

#### 10.2.16 返回原曲线

在屏幕显示标准型有理三次贝齐尔曲线表示圆弧的情况下，单击菜单项，立即返回到原来的标准型有理二次贝齐尔曲线表示圆弧。

在屏幕显示有理  $n$  次贝齐尔曲线因分割或升阶等原因显示发生改变的情况下，单击菜单项，立即返回到原来的有理  $n$  次贝齐尔曲线。

### 10.3 曲面属性操作

### 10.3.1 修改控制顶点与权因子

在显示有理贝齐尔曲面三视图或投影图的情况下，单击菜单项，将弹出输入待修改顶点序号对话框，输入两序号退出后，将弹出修改曲面控制顶点与权因子对话框，编辑框中显示输入两序号所指定的控制顶点三坐标与权因子，可以修改其一或两者，按“确定”按钮退出后，即显示修改后形状发生改变的有理贝齐尔曲面。

### 10.3.2 计算显示曲面上点与偏导矢

在显示有理贝齐尔曲面三视图或投影图的情况下，单击菜单项，将弹出输入两参数与偏导矢阶数对话框，输入后按“确定”按钮退出，即在三视图上由输入两参数决定的一点和偏导矢，并在投影图上显示。

### 10.3.3 显示投影图

在显示有理贝齐尔曲面三视图的情况下，单击菜单项，将改为显示投影图。

### 10.3.4 返回三视图

在显示有理贝齐尔曲面投影图的情况下，单击菜单项，将改为显示三视图。

## 10.4 工具栏按钮及视图操作

在显示有理贝齐尔曲面投影图的情况下，可分别点击工具栏中左、右、上、下箭头按钮及带+、-与空白的放大镜按钮或点击视图的次级菜单中左旋、右旋、上旋、下旋、放大、缩小与还原菜单项，将分别使图形向左、右、上、下旋转和放大、缩小、还原。

## 10.5 鼠标拖动顶点实时修改曲线或曲面形状

在显示有理 $n$ 次贝齐尔曲线或有理贝齐尔曲面投影图的情况下，可用鼠标指到某个要移动的控制顶点，按住左键不放，移动鼠标同时该控制顶点跟随移动，曲线或曲面形状随之发生实时改变，至希望到达的位置松开鼠标，即得该控制顶点在新位置下改变了的有理 $n$ 次贝齐尔曲线或有理贝齐尔曲面。

## 10.6 右键菜单操作

对于生成的有理 $n$ 次贝齐尔曲线与有理贝齐尔曲面，除可直接用鼠标拖动控制顶点修改曲线曲面外，还可以移动鼠标指到某个控制顶点，单击，所指顶点改变颜色，表示选中，右击，弹出右键菜单，点击唯一的菜单项“修改顶点与权因子”，对于曲线将弹出“修改顶点与权因子”对话框，对话框的各编辑框中显示的依次是：所选中顶点序号，顶点的 $x$ 、 $y$ 两坐标及其权因子。可对控制顶点两坐标与权因子进行修改操作，按“确定”按钮退出，相应地曲线发生改变；对于曲面将弹出“修改顶点与权因子”对话框，对话框的各编辑框中显示的依次是：所选中顶点两个方向序号，顶点的 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 三坐标及其权因子。可对控制顶点三坐标与权因子进行修改操作，按“确定”按钮退出，相应地曲面发生改变。